

ANALISIS GEOPROCESSING SEBAGAI SOLUSI ALTERNATIF PENANGANAN PADA DAERAH RESIKO RAWAN BANJIR DI KOTA SEMARANG

Agustinus Budi Santoso¹, Reinhard Komansilan², Sri Yulianto³

¹Mahasiswa Magister Sistem Informasi UKSW, ³Dosen Pendamping GIS UKSW

Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga, Jawa Tengah

agustinusbudisantoso99@gmail.com, reinhard8155@gmail.com, sriyulianto@gmail.com

ABSTRAK

Semarang merupakan ibu kota Provinsi Jawa Tengah yang berbatasan langsung dengan laut Jawa. Wilayah Semarang Barat dan Semarang Tengah menurut Departemen Pekerjaan Umum tahun 2012, menjadi wilayah yang difokuskan untuk penanganan bencana banjir. Pemetaan daerah rawan banjir merupakan salah satu cara pengendalian banjir secara non struktural. Analisa daerah rawan banjir pada penelitian ini menggunakan bantuan Sistem Informasi Geografis (SIG) dengan bantuan software Quantum (QGIS ESSEN 2.14.3) sebagai alat bantu menganalisa parameter terhadap kawasan banjir Semarang. Parameter itu meliputi beberapa komponen yaitu : (1) Daerah Rawan Banjir, (2) Curah Hujan, (3) Daerah Aliran Sungai, (4) Sempadan Sungai, (5) Kelerengan, dan (6) Penggunaan Lahan. Dampak dari bencana banjir mengakibatkan terhambatnya aktifitas perdagangan dan perindustrian, serta lumpuhnya arus lalu lintas di daerah rawan banjir. Analisis geoprocessing dilakukan untuk menganalisa daerah rawan banjir dengan berbagai parameter tersebut sebagai pembandingan dengan kenyataan yang terjadi di lapangan. Hasil analisis SIG ini dapat digunakan sebagai alternatif solusi penanganan dan resiko banjir di Kota Semarang.

Kata kunci: Geoprocessing, SIG, Banjir Semarang, Peta Tematik, QGIS

ABSTRACT

Semarang is the capital of Central Java province which is directly adjacent to the Java sea. West Semarang and Central Semarang area according to the Ministry of Public Works in 2012, are areas that is focused on handling of flood disaster. The mapping of flood-prone areas a way in non-structural flood control. Analysis of flood-prone areas in this study using Geographic Information Systems (GIS) with the help of QGIS ESSEN 2.14.3 software as a tool for analyzing the parameters of the flood area in Semarang. Parameters include several components, such as: (1) Flood Prone Areas, (2) Rainfall, (3) Watershed, (4) Border River, (5) Slope, and (6) Land Use. The impact of floods resulted in delays of trade and industry, as well as the paralysis of traffic flow in flood prone areas. Geoprocessing analysis carried out to analyze the flood prone areas with a variety of such parameters as the comparison with the fact that occur in the field. The results of GIS analysis can be used as alternative solutions and prevention of flood risk the city of Semarang.

Keywords: Geoprocessing, GIS, Semarang Flood, Thematic Map, QGIS.

PENDAHULUAN

Banjir yang melanda di berbagai wilayah Indonesia merupakan suatu fenomena logis karena negara ini berada di daerah tropis dengan curah hujan yang sangat besar. Selain itu berbagai pemicu banjir yang dapat diidentifikasi adalah

perubahan lahan di daerah hulu seperti pembukaan hutan dan perkembangan wilayah perkotaan yang sangat cepat. Pembukaan hutan di daerah hulu akan menyebabkan air hujan tidak dapat diserap oleh tanah dan menjadi air limpasan yang langsung mengalir ke sungai. Debit air sungai akan menjadi lebih besar, dan akhirnya

menjadi banjir. Perkembangan perkotaan yang tidak diiringi dengan pengelolaan yang baik akan menyebabkan sistem drainase perkotaan memburuk, air tidak dapat mengalir dengan semestinya sehingga menyebabkan genangan air.

Kota Semarang adalah daerah ibu kota dari provinsi Jawa Tengah dengan luas 373,67 km² dan populasi penduduk 1,8 juta jiwa [6]. Semarang secara geografis terletak pada 6°58'0"LU 110°25'0"BT berbatasan dengan Laut Jawa di utara, Kabupaten Demak di timur, Kabupaten Semarang di selatan, dan Kabupaten Kendal di barat dengan 16 Kecamatan dan 177 Desa/kelurahan.

Berdasarkan kenyataan dilapangan daerah dataran rendah di Kota Semarang relatif sempit, yakni sekitar 4 kilometer dari garis pantai. Dataran rendah ini dikenal dengan sebutan kota bawah. Kawasan kota bawah seringkali dilanda banjir, dan di sejumlah kawasan, banjir ini disebabkan luapan air laut (rob). Di sebelah selatan merupakan dataran tinggi, yang dikenal dengan sebutan kota atas, di antaranya meliputi Kecamatan Candi, Mijen, Gunungpati, Tembalang dan Banyumanik.

Untuk menganalisa daerah rawan banjir di Semarang, maka perlu dilakukan analisis geoprocessing dengan parameter peta daerah rawan banjir, curah hujan, daerah aliran sungai, sempadan sungai, kelerengan, dan penggunaan lahan.. Kajian mengenai penyebab utama banjir di suatu wilayah sangat penting. Pengetahuan tentang faktor penyebab banjir dapat digunakan untuk informasi pembuatan model bahaya banjir secara komprehensif. Analisa multi-kriteria dapat digunakan untuk melihat kriteria spesifik dari penyebab banjir di suatu wilayah, selanjutnya diharapkan dapat digunakan untuk mengatasi dan mengurangi dampak yang terjadi akibat bencana banjir.

METODE

Penelitian daerah rawan banjir di Kota Semarang menggunakan beberapa metode:

1. Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data peta tematik yang berisi data spasial Kota Semarang. Pengumpulan data ditujukan untuk identifikasi permasalahan banjir yang terjadi di Kota Semarang, meliputi data daerah rawan banjir, data sempadan sungai, data daerah aliran sungai (DAS), penggunaan lahan dan kelerengan.

2. Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder didapatkan dari dinas-dinas setempat yang terkait dengan data yang diperlukan. Adapun data sekunder yang diperlukan untuk mendukung Analisa Daerah Rawan Banjir di Kota Semarang meliputi:

a) Data peta tematik :

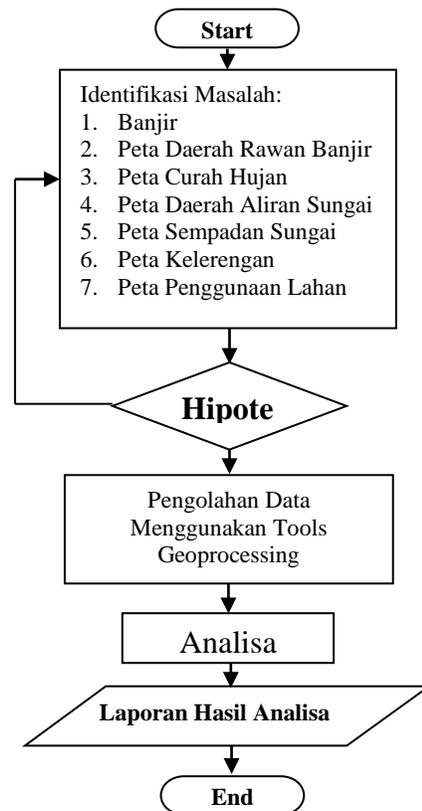
- 1) daerah rawan banjir
- 2) sempadan sungai
- 3) daerah aliran sungai
- 4) penggunaan lahan
- 5) kelerengan

b) Data Spasial

Pada setiap peta tematik terdapat data spasial berupa tabel yang berisi parameter-parameter seperti; luas wilayah, koordinat dan keterangan.

1. Alur Penelitian

Alur penelitian merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Berikut ini adalah alur yang digunakan dalam penelitian



Gambar 1. Alur Penelitian

Instrumen Analisis

Analisis Hujan

Karakteristik hujan yang perlu ditinjau dalam suatu analisis dan perencanaan hidrologi meliputi:[3]

Intensitas (i) adalah laju hujan, yaitu tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam atau mm/hari.

- 1) Durasi/Lama Waktu (t), adalah panjang waktu dimana hujan turun dalam satuan menit atau jam.
- 2) Tinggi Hujan (d), adalah jumlah atau kedalaman hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar, dalam mm.
- 3) Frekuensi adalah kejadian dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang/*return period* (T), misalnya sekali dalam 2 tahun.

Luas adalah luas geografis daerah sebaran hujan.

Secara kualitatif intensitas curah hujan disebut juga sebagai derajat curah hujan, sebagaimana diperlihatkan dalam tabel dibawah ini.

Tabel 1. Derajat Curah Hujan

Derajat Curah Hujan	Intensitas Curah Hujan (mm/jam)
Hujan Sangat Lemah	<1,20
Hujan Lemah	1,,20 – 3,00
Hujan Normal	3,00 – 18,0
Hujan Deras	18,0 – 60,0
Hujan Sangat Deras	>60

Sumber : jurnal (Hamdani, dkk 2014)

DAS (Daerah Aliran Sungai)

Menuurt Sudaryono[8] dalam jurnalnya Daerah Aliran Sungai (DAS) dapat diartikan sebagai kesatuan ruang yang terdiri atas unsur abiotik (tanah, air, udara), biotik (vegetasi, binatang dan organisme hidup lainnya) dan kegiatan manusia yang saling berinteraksi dan saling ketergantungan satu sama lain, sehingga merupakan satu kesatuan ekosistem, hal ini berarti bahwa apabila keterkaitan sudah terselenggara maka pengelolaan hutan, tanah, air, masyarakat dan lain-lain harus memperhatikan peranan dari komponen-komponen ekosistem tersebut. Pengelolaan DAS harus diselenggarakan secara terpadu, karena :

1. Adanya keterkaitan antara berbagai kegiatan dalam pengelolaan sumberdaya alam dan pembinaan aktivitas manusia dalam penggunaannya;
2. Dari segi jenis ilmu yang mendasarinya, pengelolaan DAS bercirikan multidisiplin penyelenggaraan pengelolaan DAS bersifat lintas sektoral, sehingga tidak ada instansi yang mempunyai kewenangan secara utuh.

Salah satu fungsi utama dari DAS adalah sebagai pemasok air dengan kuantitas dan kualitas yang baik terutama bagi orang di daerah hilir. Alih guna lahan hutan menjadi lahan pertanian akan mempengaruhi kuantitas dan kualitas tata air pada DAS yang akan lebih dirasakan oleh masyarakat di daerah hilir.

Sempadan Sungai

Sempadan sungai (*riparian zone*) adalah zona penyangga antara ekosistem perairan (sungai) dan daratan. Zona ini umumnya didominasi oleh tetumbuhan dan/atau lahan basah. Tetumbuhan tersebut berupa rumput, semak, ataupun pepohonan sepanjang tepi kiri dan/atau kanan sungai.

Daerah ini merupakan kawasan rawan banjir, akan tetapi, di daerah perkotaan yang padat penduduk, daerah sempadan sungai sering dimanfaatkan oleh manusia sebagai tempat hunian dan kegiatan usaha sehingga apabila terjadi banjir akan menimbulkan dampak bencana yang membahayakan jiwa dan harta benda.[1]

Kelerengan

Kelerengan adalah kenampakan permukaan alam yang memiliki beda tinggi. Apabila dua tempat yang memiliki beda tinggi dibandingkan dengan jarak lurus mendatar, maka akan diperoleh besarnya kelerengan.[3]

Tabel 2. Kelas Lereng

Kemiringan (%)	Klasifikasi	Kelas Untuk Indek Banjir
0 – 8	Datar	5
8 – 15	Agak miring	4
15 – 25	Miring	3
25 – 45	Agak curam	2
> 45	Curam	1

Sumber : jurnal (Hamdani, dkk 2014)

Penggunaan Lahan

Pemanfaatan lahan di Kota Semarang dapat dikelompokkan seperti tabel 3 dibawah ini:[5]

Tabel 3. Jenis tata guna lahan kota Semarang

No.	Tata Guna Lahan	No.	Tata Guna Lahan
1	Akomodasi dan Rekreasi	13	Perairan
2	Bandar Udara	14	Perdagangan Umum
3	Hutan Produksi Tetap	15	Pergudangan
4	Industri	16	Perkantoran
5	Instalasi	17	Perkebunan
6	Jasa Kesehatan	18	Permukiman
7	Jasa Pelayanan Umum	19	Sawah
8	Jasa Pendidikan	20	Taman
9	Jasa Peribadatan	21	Tambak
10	Komplek Pelabuhan Laut	22	Tanah Kosong
11	Komplek Stasiun KA	23	Tegalan
12	Kuburan	24	Terminal Umum

Sumber : <https://semarangkota.bps.go.id/>

Analisis Data Spasial

Sebagian besar data yang akan ditangani dalam SIG merupakan data spasial yaitu sebuah data yang berorientasi geografis, memiliki sistem koordinat tertentu sebagai dasar referensinya dan mempunyai dua bagian penting yang membuatnya berbeda dari data lain, yaitu informasi lokasi (spasial) dan informasi deskriptif (atribut) yang dijelaskan berikut ini :

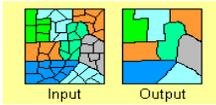
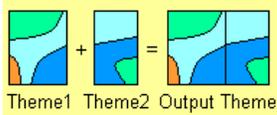
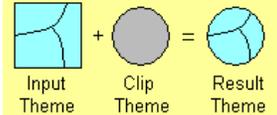
a) Informasi lokasi (spasial), berkaitan dengan suatu koordinat baik koordinat geografi (lintang dan bujur) dan koordinat XYZ, termasuk di antaranya informasi datum dan proyeksi.

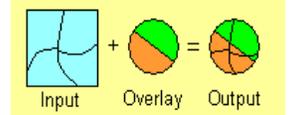
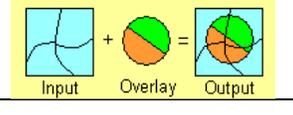
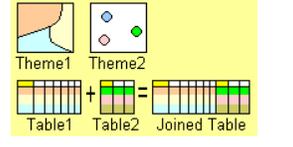
b) Informasi deskriptif (atribut) atau informasi non spasial, suatu lokasi memiliki beberapa keterangan yang berkaitan dengannya, contohnya: jenis vegetasi, populasi, luasan, kode pos, dan sebagainya.

Analisis Geoprocessing

Berdasarkan Forest Watch Indonesia[2], geoprocessing mempunyai beberapa fungsi dalam analisis spasial seperti : Dissolve, Merge, Clip, Union, Intersect dan Spatial Join atau Assign Data By Location. Penjelasan mengenai masing-masing jenis dari geoprocessing disajikan melalui tabel berikut. [4]

Tabel 4. Jenis Geoprocessing

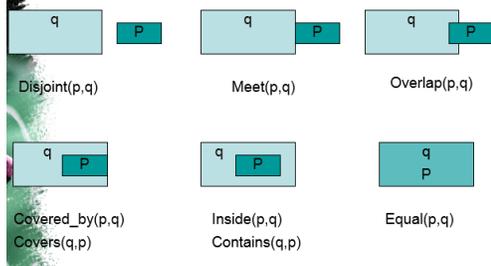
Jenis	Deskripsi	Keterangan
<i>Dissolve</i>	Menggabungkan feature yang berada dalam satu theme berdasarkan nilai dari attribute yang telah ditentukan.	
<i>Merge</i>	Proses untuk membuat satu theme yang mengandung feature yang berasal dari dua atau lebih theme	
<i>Clip</i>	Menggunakan sebuah clip theme yang berfungsi sebagai “cookie cutter” untuk mengclip sebuah input theme, namun dalam prosesnya tidak mengubah attribute theme tersebut.	

<i>Intersect</i>	Digunakan untuk menggabungkan dua set dataspasial yang saling berpotongan, hanya feature-feature yang terdapat di dalam extent kedua theme ini yang akan ditampilkan.	
<i>Union</i>	Menghasilkan sebuah theme baru dengan mengoverlaykan dua buah polygon theme yang mengandung seluruh feature dan attribute.	
<i>Assign Data by Location</i>	Menghasilkan sebuah theme baru dengan mengoverlaykan dua buah polygon theme yang mengandung seluruh feature dan attribute melakukan sebuah spasial join dari dua buah theme yang ditentukan berdasarkan hubungan spasial antara feature dari dua theme tersebut.	

Sumber : <http://lbprastdp.staff.ipb.ac.id/>

Analisis Query Spasial

Query Spasial adalah permintaan perolehan informasi berbasis lokasi, ruang atau koordinat berdasarkan suatu bentuk keterhubungan secara keruangan antar dua entitas atau lebih. Fungsi-fungsi pada query spasial :



Gambar 2. Hubungan dua entitas atau lebih

Hasil Penelitian

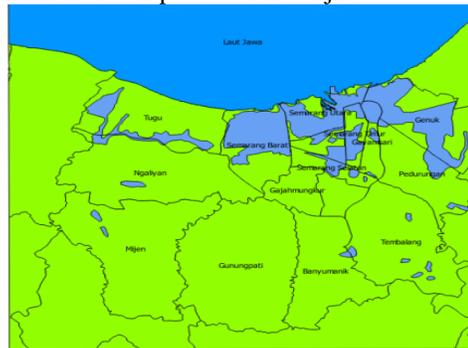
Analisis dilakukan dengan menggunakan tools Quantum GIS versi 2.18.0. Tools ini membantu dalam melakukan analisis Geoprocessing dan Spatial query. Proses geoprocessing kasus daerah rawan banjir di Kota Semarang menggunakan peta administrasi kecamatan sebagai peta dasar dalam pengolahan data spasial.



Gambar 3. Peta Administrasi Kecamatan Kota Semarang

4.1 Peta Banjir Kecamatan

Selanjutnya analisis dilakukan dengan menggunakan fungsi Intersect dari tools geoprocessing Quantum GIS pada peta administrasi dan peta daerah banjir.



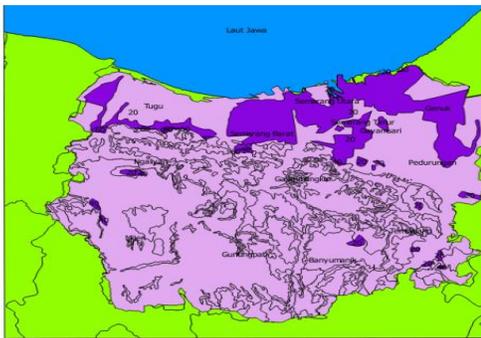
Gambar 4. Peta intersect daerah banjir dan kecamatan

Hasil dari intersect peta daerah banjir dan kecamatan di atas menunjukkan bahwa:

1. Terdapat 40 area banjir dengan total luas keseluruhan 458995576.509 m²
2. Terdapat 15 dari 17 kecamatan yang memiliki daerah banjir.
3. Kecamatan Genuk, Semarang utara, dan Semarang barat memiliki daerah banjir terluas.

4.2 Peta Banjir Kelerengan

Analisis selanjutnya yang dilakukan adalah dengan melakukan fungsi Intersect pada peta kelerengan dan peta daerah banjir. Pada peta kelerengan terdapat data spasial yang menunjukkan tingkat kelerengan dengan skor 10-100 dengan nilai 10 sebagai tingkat kelerengan datar, dan nilai 100 sebagai tingkat kelerengan curam.



Gambar 5. Peta intersekt daerah banjir dan kelerengan

Hasil dari intersect peta daerah banjir dan kelerengan menunjukkan bahwa:

1. Daerah yang memiliki skor kelerengan bernilai 20 merupakan daerah banjir.
2. Sebanyak 13 area yang memiliki skor 40 dan 10 area dengan skor 60 juga merupakan daerah banjir.
3. Kecamatan Genuk, Pedurungan, Gayamsari, Semarang timur, Semarang utara, Semarang barat dan Tugu merupakan area yang memiliki skor kelerengan 20 pada luas keseluruhannya.

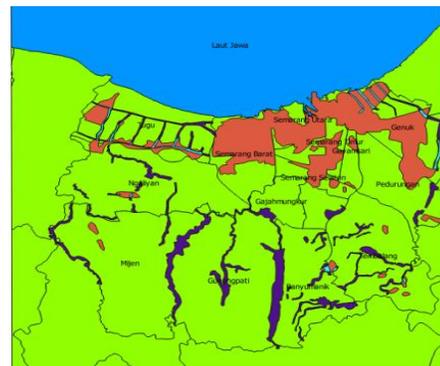
4.3 Peta Banjir Sempadan

Menurut peraturan menteri pekerjaan umum dan perumahan rakyat RI nomor 28/prt/m/2015[7] tentang penetapan garis sempadan sungai dan danau, garis sempadan sungai adalah garis maya di kiri dan kanan

palung sungai yang ditetapkan sebagai batas perlindungan sungai. Pada pasal 3 ayat 2 menyebutkan bahwa: Penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau bertujuan agar:

- a. fungsi sungai dan danau tidak terganggu oleh aktifitas yang berkembang di sekitarnya;
- b. kegiatan pemanfaatan dan upaya peningkatan nilai manfaat sumber daya yang ada di sungai dan danau dapat memberikan hasil secara optimal sekaligus menjaga kelestarian fungsi sungai dan danau; dan
- c. daya rusak air sungai dan danau terhadap lingkungannya dapat dibatasi.

Analisis dilakukan dengan menggunakan fungsi intersect pada peta daerah banjir dan peta sempadan untuk melihat apakah daerah banjir meliputi juga daerah sempadan yang dimaksudkan untuk membatasi daya rusak air.



Gambar 6. Peta intersekt daerah banjir dan sempadan

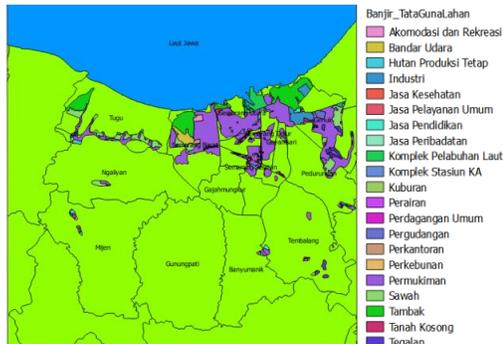
Hasil dari fungsi intersect peta daerah banjir dan sempadan menunjukkan bahwa:

1. 13 dari 17 daerah kecamatan di Kota Semarang, memiliki daerah sempadan sungai.
2. Daerah rawan banjir seperti Kec. Semarang timur, Semarang selatan, dan Semarang utara, tidak memiliki daerah sempadan.
3. Daerah lainnya yang memiliki sempadan tetapi juga masih termasuk daerah banjir adalah Kec. Banyumanik, Genuk, Gayamsari, Ngaliyan, Semarang barat, Tembalang, dan Tugu.

4.4 Peta Banjir Tata Guna Lahan

Untuk melihat area daerah banjir yang mempengaruhi kehidupan masyarakat, maka

perlu dilakukan fungsi intersect pada peta daerah banjir dan daerah tata guna lahan di Kota Semarang. Peta tata guna lahan memiliki keterangan warna yang berbeda untuk setiap jenis aktifitas penduduk didalamnya.



Gambar 7. Peta intersect daerah banjir dan tata guna lahan

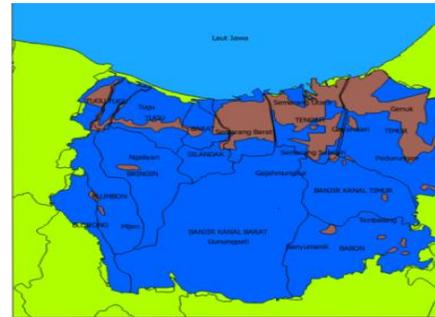
Hasil dari fungsi intersect peta daerah banjir dan sempadan menunjukkan bahwa:

2. Terdapat 21 dari 24 jenis tata guna lahan yang termasuk dalam daerah banjir.
3. Area tata guna lahan terluas yang termasuk dalam daerah banjir adalah area tambak, akomodasi dan rekreasi, perdagangan umum, perkantoran, dan jasa pelayanan umum.
4. Area tata guna lahan terbanyak yang termasuk dalam daerah banjir adalah area industri(12 area), jasa pendidikan(11 area), perdagangan umum(63 area), perkantoran(18 area), permukiman(30 area).
5. Terdapat 3 area banjir yang merupakan hutan produksi tetap, dan 11 area banjir merupakan daerah tanah kosong.

4.5 Peta Banjir Daerah Aliran Sungai

Analisis geoprocessing dengan fungsi intersect dilakukan pada peta daerah banjir dan peta aliran sungai, untuk melihat area aliran sungai yang termasuk ke dalam area banjir di Kota Semarang. Tujuannya adalah agar dapat dipantau daerah aliran sungai yang rawan

terkena bencana banjir. Peta daerah aliran sungai memiliki keterangan dengan huruf capital.



Gambar 8. Peta intersect daerah banjir dan daerah aliran sungai

Hasil dari intersect daerah banjir dan daerah aliran sungai menunjukkan bahwa:

1. Terdapat 36 area daerah aliran sungai yang termasuk dalam daerah banjir.
2. Seluruh daerah aliran sungai di Semarang memiliki area cakupan daerah banjir.
3. Daerah aliran sungai yang memiliki daerah banjir terbanyak yaitu: banjir kanal timur(16 area), das tengah(10 area), dan das timur(9 area).

4.6 Interpolasi Peta Curah Hujan

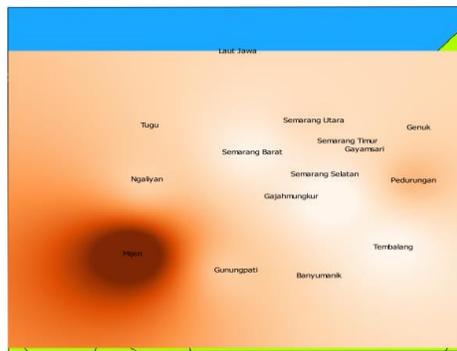
Metode *Inverse Distance Weighted (IDW)* memiliki asumsi bahwa setiap titik input mempunyai pengaruh yang bersifat lokal dan berkurang terhadap jarak. Pada metode interpolasi IDW pada umumnya dipengaruhi oleh inverse jarak yang diperoleh dari persamaan matematika. Pengaruh akan lebih besar dari titik input dengan titik yang lebih dekat sehingga menghasilkan permukaan yang lebih detail. Namun seiring bertambahnya jarak pengaruh akan semakin berkurang detailnya dan terlihat lebih halus.

Interpolasi dilakukan pada peta curah hujan karena titik pos hujan tidak terdapat pada setiap kecamatan, sehingga hasil dari interpolasi dapat menunjukkan pola curah hujan pada seluruh kecamatan di kota Semarang.[5]

Tabel 5. Data curah hujan per tahun Kota Semarang

Pos Hujan	CH_2012	CH_2013	CH_2014
Tembalang	1997	2465	2278
Semarang_Utara	2126	2413	2481
Semarang_Barat	2221	2474	2301
Pedurungan	2466	2089	2660
Ngaliyan	2423	2948	2553
Mijen	5613	4596	3599
Gunungpati	3417	2953	2580
Candisari	2208	2206	2220

Sumber <https://semarangkota.bps.go.id/>



Gambar 9. Peta hasil interpolasi curah hujan dari data kota Semarang tahun 2014



Gambar 10. Peta Interpolasi curah hujan, kelerengannya, dan banjir.

Hasil dari proses interpolasi peta curah hujan menunjukkan bahwa:

1. Daerah Kecamatan Mijen, Gunungpati, Ngaliyan, dan Pedurungan memiliki tingkat curah hujan per tahun tertinggi.
2. Wilayah-wilayah tersebut meskipun memiliki curah hujan yang lebih tinggi, tetap bukan merupakan daerah rawan banjir

karena memiliki daerah sempadan air (Gambar 6) dan tingkat kelerengannya yang curam (Gambar 5).

3. Pengaruhnya terhadap daerah rawan banjir adalah, bertambahnya volume air dari daerah dengan tingkat kelerengannya curam menuju daerah dengan tingkat kelerengannya datar.
4. Jumlah daerah sempadan air pada daerah rawan banjir yang masih sedikit juga menyebabkan menumpuknya volume air kiriman dari daerah yang lebih tinggi tingkat kelerengannya.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang peran geoprocessing sebagai solusi alternatif penanganan pada daerah resiko rawan banjir di wilayah Semarang didapatkan hasil umum penelitian sebagai berikut :

1. Analisis spasial geoprocessing dilakukan untuk melihat hubungan dan pengaruh antar data spasial yang dapat dilakukan dengan metode intersection, interpolasi, dan analisis query spatial. Data spasial yang digunakan adalah Peta Administrasi Kecamatan Kota Semarang, Peta daerah banjir, Peta kelerengannya, Peta sempadan, Peta tata guna lahan, Peta daerah aliran sungai, dan Data curah hujan Kota Semarang.
2. Dari hasil intersect dari beberapa peta pada proses analisis geoprocessing di dapat hasil sebagai berikut :
 - Wilayah banjir terluas terdapat di Kecamatan Genuk, Semarang utara, dan Semarang barat.

- Wilayah banjir sebagian besar terletak di daerah dengan tingkat kelerengan datar.
 - Wilayah banjir pada Kec. Semarang timur, Semarang selatan, dan Semarang utara, tidak memiliki daerah sempadan.
 - Wilayah lainnya yang memiliki daerah sempadan tetapi juga masih termasuk daerah banjir adalah Kec. Banyumanik, Genuk, Gayamsari, Ngaliyan, Semarang barat, Tembalang, dan Tugu.
3. Berdasarkan hasil analisa dengan interpolasi curah hujan di dapatkan curah hujan tertinggi terjadi di daerah dengan tingkat kelerengan yang lebih curam, sehingga menambah volume air kiriman ke daerah banjir dengan tingkat kelerengan yang lebih datar.

Saran yang dapat diperoleh dari penelitian analisis geoprocessing ini adalah:

1. Penambahan daerah sempadan air pada wilayah banjir di Kota Semarang yang bertujuan menampung volume air dari berbagai tempat pada saat hujan.
2. Menambah tata guna lahan penghijauan untuk mengurangi banjir dan untuk area resapan air saat volume air bertambah dengan daerah penghijauan disekitar sempadan terutama pada area curah hujan tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agus Joko Pratomo.(2014) “*Analisis Kerentanan Banjir Di Daerah Aliran Sungai Sengkarang Kabupaten Pekalongan Provinsi Jawa Tengah Dengan Bantuan Sistem Informasi Geografis*” Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] Forest Watch Indonesia. 2010. *Modul Pelatihan Sistem Informasi Geografis*. Bogor : FWI
- [3] Hendi Hamdani, Sulwan Permana, Adi Susetyaningsih, “*Analisa Daerah Rawan Banjir Menggunakan Aplikasi Sistem Informasi Geografis (Studi Kasus Pulau Bangka)*”, Jurnal Konstruksi, Sekolah

Tinggi Teknologi Garut, ISSN: 2302-7312
Vol. 12 No. 1 2014

- [4] <http://lbprastdp.staff.ipb.ac.id/files/2011/12/06-GEOPROCESSING.pdf> , diakses pada 10/03/2016 pukul 13:05 am
- [5] <https://semarangkota.bps.go.id/>
- [6] Jumlah Penduduk Kota Semarang. <http://dispendukcapil.semarangkota.go.id/statistik/jumlah-penduduk-kota-semarang/2015-10-11>.
- [7] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. <http://birohukum.pu.go.id/uploads/DPU/2015/PermenPUPR28-2015.pdf>.
- [8] Sudaryono.(2002) “*Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Terpadu, Konsep Pembangunan Berkelanjutan, Jurnal Teknologi Lingkungan*”, Vol.3, No. 2, Mei 2002: 153-158